Software

Potentiale digitaler Medien

Auswahl von Software

Leitgedanken und Beispiele

In diesem Dokument erhalten Sie einen Überblick, nach welchen Kriterien Software (Computerprogramme/Apps) für den Mathematikunterricht ausgewählt werden können.

Leitgedanken zur Auswahl geeigneter Software

Welche Aspekte sind bei der Auswahl von Software für den Mathematikunterricht von Bedeutung?

Der zielgerichteten Auswahl von Software kommt mit zunehmend besserer Ausstattung der Schulen eine immer größere Bedeutung zu. Aber: Für was entscheidet sich die Schule, wenn entsprechende Mittel zur Verfügung stehen? Die Nachfolgenden Überlegungen sollen einen Leitfaden darstellen, der dabei helfen kann, bei der Auswahl von Software für den Mathematikunterricht zu unterstützen. Dabei stehen fachdidaktische wie auch unterrichtsorganisatorische Potentiale im Fokus, nach denen Programme ausgewählt werden können.
Die Potentiale sind nicht gerätespezifisch (nicht gebunden an Desktop, Laptop, Tablet, Smartphone, Whiteboard) und auch nicht plattformspezifisch (IOS, Android, Linux, Windows MacOS, etc.) wenngleich sie nicht alle geräte- und plattformübergreifend nutzbar sind. Einige der genannten fachdidaktischen oder unterrichtsorganisatorischen Potentiale können beispielsweise lediglich durch mobile Endgeräte mit Touch-und Gestensteuerung ihre Entfaltung zeigen. Insgesamt scheint sich im Grundschulbereich durch eine wachsende Auswahl an fachdidaktisch als sinnvoll zu erachtenden Apps und den flexiblen und praxistaugliche Einsatz der vermehrte Einsatz von mobilen Endgeräten herauszubilden.

Inhaltsverzeichnis

LEITGEDANKEN ZUR AUSWAHL GEEIGNETER SOFTWARE 1
FACHDIDAKTISCHE UND UNTERRICHTSORGANISATORISCHE POTENTIALE 3
Fachdidaktische Potentiale digitaler Medien 3
Unterrichtsorganisatorische Potentiale 4
LEGITIMATION EINER SOFTWARE FÜR DEN EINSATZ IM MATHEMATIKUNTERRICHT 5
ANALYSEBEISPIEL ZWEIER APPS FÜR DEN MATHEMATIKUNTERRICHT 5
Beispiel 1: Übungsapp zu Zahlzerlegungen 5
Schlussfolgerungen 7
..... 8
Beispiel 2: Interaktives Rechendreieck (Christian Urff-iOS) 8
Schlussfolgerungen 9
VERFÜGBARE MATERIALIEN 10
LITERATUR 10
MATERIAL 10

Fachdidaktische und unterrichtsorganisatorische Potentiale

*Unterscheidung zwischen **fachdidaktischen** und **unterrichts-organisatorischen** Potentialen digitaler Medien*

Im Allgemeinen ist die Frage nach Potentialen von digitalen Medien zu stellen. Welches Potential bietet ein Programm, eine App, etc., bei der Vermittlung von Lerninhalten. Dabei soll bewusst nicht der direkte Vergleich zwischen analogen und digitalen Medien hergestellt werden. Ein Vergleich zwischen Medien, die mehr oder weniger Wert sein sollen, scheint nicht gewinnbringend. Vielmehr sollen an dieser Stelle digitale Medien daraufhin überprüft werden, ob sie Potentiale haben das Mathematiklernen unter Berücksichtigung fachdidaktischer Aspekte zu unterstützen.
Dabei wird zwischen fachdidaktischen und unterrichtsorganisatorischen Potentialen unterschieden:

Fachdidaktische Potentiale digitaler Medien

Im Folgenden sind Potentiale von digitalen Medien aufgeführt, die fachdidaktischen Aspekten des Mathematikunterrichts zugrunde liegen. Hier werden Aspekte aufgegriffen, die das Mathematiklernen direkt und konkret in Bezug auf Erkenntnisse über das Mathematiklernen unterstützen können.

Passung zwischen Handlung und mentaler Operation	Beispiel: Stellenwerte Üben, Number-Pieces) Das Zerlegen von Zehnerstangen in 10 Einer ist mit physischem Material so nicht möglich. Die Handlung entspricht mit dem physischen Material nicht der mentalen Operation (des Zerlegens von Bündelungen), denn das Material muss getauscht werden.
Auslagerungsprinzip	Beispiel: Interaktives Rechendreieck Wenn das Berechnen von Aufgaben Voraussetzung ist, um Entdeckungen machen zu können, kann das Unterstützen oder Übernehmen des Rechnens eine Möglichkeit bieten, auch weniger starke Rechner an Entdeckungsprozessen teilhaben zu lassen und so an gemeinsamen Inhalten zu arbeiten.
Synchronität und Vernetzung von Drstellungen	Beispiel: Virtuelles Zwanzigerfeld Der Transfer zwischen verschiedenen Darstellungsebenen ist wesentliche Voraussetzung für Zahl- und Operationsvorstellungen. Die Synchronität zwischen verschiedenen Darstellungsebenen kann den Vorstellungsaufbau unterstützen.
Strukturierungshilfen	Beispiel: Rechentablett Strukturierungshilfen können z.B. Mengen von Elementen so anordnen, dass sie nicht-zählend (quasi-simultan) erfasst werden können.

Multitouch Funktionen	**Beispiel: Fingerzahlen** Multitouch-Funktionen sind insbesondere auf mobilen Endgeräten weitestgehend flächendeckend verfügbar. Dadurch wird Nutzern ein nicht-einzeln-abzählendes Hinzufügen von Elementen ermöglicht. Mit mehreren Fingern können Zahlen hergestellt werden, indem die Oberfläche mit mehreren Fingern gleichzeitig berührt wird. Das unterstützt nicht zählende Mengendarstellungen.
Informative Rückmeldung	**Beispiel: Stellenwerte üben** Durch Fehlerkategorisierung kann der Nutzer eine Rückmeldung zu einer Eingabe erhalten, die es ihm ermöglicht, die Antwort zu korrigieren. Dabei geht diese Form der Rückmeldung deutlich über eine „Richtig vs. Falsch“ Rückmeldung hinaus.
Einsatz von Dynamischen Repräsentationen	**Beispiel: Videosequenzen zu Operationen** Dynamische Aspekte von Operationen (dynamischer Aspekt der Subtraktion, der Multiplikation) können dargestellt werden.

(vgl. Walter 2018; Schulz & Walter 2018)

Unterrichtsorganisatorische Potentiale

Über welche unterrichtsorganisatorischen Potentiale können digitale Medien verfügen? Dieser Aspekt bezieht sich insbesondere auf die Potentiale, durch die der Mathematikunterricht organisatorisch bereichert werden kann.

Material	**Beispiel: Rechentablett, Klötzchen, virtuelles Zwanzigerfeld** Material, wie z.B. Wendeplättchen, 10er Systemmaterial, Würfel, etc. sind in unbegrenzter Anzahl verfügbar. Das Material ist leicht zu organisieren.
Veranschaulichung	**Beispiel: Baiboard, Keynote, Foto- / Videofunktion** Ergebnisse können schnell dargestellt und allen Lernenden angezeigt und an alle Mitlernende versendet werden (Ergebnispräsentation). Ergebnisse sind langfristig verfügbar und können wieder aufgerufen werden (Whiteboards). Verändern von Wiedergabegeschwindigkeiten können dabei dienlich sein, Wahrnehmung von Inhalten zu unterstützen.
Dokumentation	**Beispiel Videoaufnahme, Explain Everything, Book Creator** Selbstständiges Erstellen von Audio- Video- und Bildmaterial kann zur Reflexion des eigenen Lernens genutzt werden.

Legitimation einer Software für den Einsatz im Mathematikunterricht

Kritische Betrachtung von unterrichtsorganisatorischen Potentialen digitaler Medien

Im Allgemeinen ist der Einsatz von entsprechenden Programmen auf digitalen Endgeräten insbesondere dann zu legitimieren, wenn sich fachdidaktische Potentiale entfalten können. Insbesondere dann, wenn Verstehensprozesse ermöglicht, erleichtert oder unterstützt werden oder das Üben in sinnvoller Weise begleitet werden kann, ist der Einsatz von digitalen Medien als sinnvoll zu erachten. Er steht in direktem Bezug zum fachlichen Lernen und unterstützt den Lernprozess unter fachdidaktischen Aspekten.
Nicht selten ist Software mit **fachdidaktischen Potentialen in einen entsprechenden unterrichtlichen Kontext einzubinden**, denn meist sind diese Apps nicht als reine „Übungsapps mit Selbstlerncharakter" zu verstehen, die dabei helfen sollen Verstandenes zu automatisieren. Denn dem Automatisieren geht immer das Verstehen von Inhalten voraus. Apps mit fachdidaktischen Potentialen ermöglichen gerade die Unterstützung dieser Verstehensprozesse.
Auch **unterrichtsorganisatorische Potentiale** verändern den (Mathematik-) Unterricht und können ihn bereichern. Hier ist jedoch ein kritischer Blick auf den Gewinn, den ein solches Material in seinem Einsatz bietet, notwendig. Es bleibt zu überlegen, ob durch den Einsatz weiterhin fachdidaktische Prinzipien eines guten Mathematikunterrichts erfüllt werden, oder ob das Material zu diesen gar konträr ist.

Analysebeispiel zweier Apps für den Mathematikunterricht

Im folgenden Beispiel werden unter Berücksichtigung der oben genannten Potentiale exemplarisch zwei Apps in den Blick genommen.

Beispiel 1: Übungsapp zu Zahlzerlegungen

Im Wesentlichen fordert die App dazu auf, Zerlegungen der Zahl 10 zu finden.
Über den Fragezeichen-Button erhält man allgemeine Erklärungen zum Spiel/ zur App.
Über den Lautsprecher-Button kann der Lernende sich die Aufgabe vorlesen lassen.
Zur Eingabe der fehlenden Zahlen in den Fenstern der Häuser wird das entsprechende Fenster durch Tippen ausgewählt und durch Antippen einer der unten aufgelisteten Zahlen das Ergebnis eingetragen. Der „Zurück-Button" löscht eingetragene Zahlen.

Nach dem Eintragen aller Ergebnisse kann über den Häkchen-Button (unten rechts) eine Überprüfung der Ergebnisse erfolgen. Falsche Ergebnisse werden rot eingefärbt, richtige Ergebnisse grün. Mit dem grünen Pfeil kann man zur nächsten Aufgabe springen.

Mathematikdidaktische Potentiale	
Passung zwischen Handlung und mentaler Operation (a)	☐
Kognitive Entlastung (b)	☐
Synchronität der Darstellungsebenen (c)	☐
Strukturierungshilfen (d)	☐
Multitouch Funktionen (e)	☐
Informative Rückmeldung (f)	☐
Einsatz von Dynamischen Repräsentationen (g)	☐

Unterrichtsorganisatorische Potentiale	
Material (h)	■
Veranschaulichung (i)	☐
Dokumentation (j)	☐

Es lassen sich unterrichts-organisatorische Potentiale erkennen. Diese gilt es zu bewerten!

Erläuterungen zu den Bewertungen:

(a) Da nur auf symbolischer Ebene gearbeitet wird, kann kein direkter Bezug zu mentalen Operationen hergestellt werden.

(b) Kognitive Entlastung ist immer dann sinnvoll, wenn durch Entlastungen (z. B. beim Rechnen) weitere Ziele verfolgt werden können (z.B. Entdeckungen an durchgeführten Operationen). Da die Aufgaben in keinem strukturellen Zusammenhang stehen, sind kognitive Entlastungen hier nicht hilfreich.

(c) Es wird lediglich eine Darstellungsebene (symbolische Ebene) verwendet. Somit kann keine Synchronität hergestellt werden.

(d) Strukturierungshilfen von Materialien werden nicht angeboten, da keine Materialien zur Veranschaulichung eingesetzt werden.

(e) Multitouch wird hier nicht eingesetzt, da lediglich die Ergebnisse durch Antippen entsprechender Zahlsymbole ausgewählt werden müssen.

(f) Eine Informative Rückmeldung ermöglicht dem Lernenden eine Korrektur seines Ergebnisses nach einem Hinweis, der sich auf seinen Fehler bezieht. In dieser wie auch in vielen anderen Apps gibt es keine informativen Rückmeldungen, sondern lediglich eine Angabe, ob das Ergebnis richtig oder falsch eingetragen wurde.

(g) Es werden Ergebnisse zu Aufgaben abgefragt. Aspekte der Grundvorstellungen, die dynamisch dargestellt werden könnten, sind in dieser Übungsapp nicht vorhanden.

(h) Der Aufgabenpool ist in vielen Apps meist umfangreich, es müssen keine zusätzlichen Materialien kopiert oder gedruckt werden. Es gilt oft das Prinzip: Viele Wiederholungen führen zum gewünschten Lernerfolg.
(i) Das Veranschaulichen von Ergebnissen ist zwar durch beispielsweise einen Screenshot und dessen Weitergabe möglich, der Weg zur Ergebnisfindung kann innerhalb der App jedoch nicht dargestellt und damit nicht gewinnbringend weiterverwendet werden.
(j) Das Erstellen von Bildschirmaufnahmen ist prinzipiell möglich, das Potenzial kann hier allerdings nicht gewinnbringend ausgeschöpft werden, weil die Arbeitsprozesse nicht mit Material in der App dargestellt werden können, sondern rein kognitiv ablaufen.

Schlussfolgerungen

Die App bietet die Möglichkeit schnell und leicht verfügbar eine Vielzahl an Übungsaufgaben zur Verfügung zu stellen. Zudem erhalten die Lernenden nach dem Lösen einer jeden Aufgabe eine Rückmeldung. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die Rückmeldungen nur in Form von richtig und falsch stattfinden. Wünschenswerte informative Rückmeldungen werden nicht geboten. Diese sind aber oft notwendig, damit Lernende Fehler erkennen und bestenfalls verständnisbasiert korrigieren können. Betrachtet man nun Leitideen des Übens, wie sie u.a. in den Lehrplänen NRW gefordert werden,

„Beziehungsreiches Üben dient der Geläufigkeit und der Beweglichkeit.
Es sichert, vernetzt und vertieft vorhandenes Wissen und Können.
Es fördert die Einsicht in Gesetzmäßigkeiten und Beziehungen, die Phänomene aus der Welt der Zahlen, Formen und Größen strukturieren.“
(MSW NRW 2008, S.55)

wird deutlich, dass die Grundideen des Übens zwischen Forderung des Lehrplans (und fachwissenschaftlicher Erkenntnisse) und dem Übungsangebot der App deutliche Differenzen aufweisen. Die App bietet Übungsaufgaben, die zusammenhanglos nebeneinander stehen und die das vorhandene Wissen und Können nicht miteinander vernetzen lassen. Innerhalb der einzelnen Übungen bestehen keine erkennbaren Zusammenhänge, die aber von großer Bedeutung wären. Bereits Gelerntes kann nicht zur Lösung von Aufgaben herangezogen und somit nicht vernetzt und im mathematischen Kontext vertieft werden. Gesetzmäßigkeiten können weder entdecket noch angewendet werden. Das Übungsangebot einer solchen App ist somit nicht didaktisch legitimierbar und kann damit, trotz bestehender unterrichtsorganisatorischer Potentiale nicht als geeignete Übungsapp eines guten Mathematikunterrichts bezeichnet werden.

Beispiel 2: Interaktives Rechendreieck (Christian Urff-iOS)

Das interaktive Rechendreieck bietet, angelehnt an die Idee des aus dem Mathematikunterricht bekannten Übungsformats „Rechendreieck“ die Möglichkeiten, die auch das analoge Pendant bietet. Innerhalb der drei Felder des Rechendreiecks können Plättchen per Multitouch mit den Fingern in den einzelnen Feldern platziert werden. Die Außenzahlen werden synchron zur Handlung in entsprechenden Feldern außerhalb des Dreiecks angezeigt. Alle Felder, Innen- wie auch Außenzahlen können separat verdeckt werden, sodass die Möglichkeit besteht nach ausgewählten Zahlen des Rechendreiecks zu suchen. Auf www.lernsoftware-mathematik.de finden Sie einen ausführlichen Einblick in die Funktionen.

Mathematikdidaktische Potentiale	
Passung zwischen Handlung und mentaler Operation (a)	■
Kognitive Entlastung (b)	■
Synchronität der Darstellungsebenen (c)	■
Strukturierungshilfen (d)	□
Multitouch Funktionen (e)	■
Informative Rückmeldung (f)	□
(Einsatz von Dynamischen Repräsentationen) (g)	■

Unterrichtsorganisatorische Potentiale	
Unbegrenztes Material (h)	■
Veranschaulichung (i)	■
Dokumentation (j)	■

Erläuterungen zu den Bewertungen:

Es lassen sich fachdidaktische und unterrichts-organisatorische Potentiale erkennen.

(a) Alle mental vorstellbaren Aktionen lassen sich identisch abbilden (Plättchen können jeweils innerhalb der Felder des Rechendreiecks abgelegt werden. Plättchen, die außerhalb des Dreiecks gezogen werden, verschwinden (sind für die Übungen mit dem Rechendreieck nicht mehr relevant und werden daher nicht angezeigt).

(b) Zur kognitiven Entlastung können Außenzahlen automatisiert berechnet werden, um so trotzdem Entdeckungen machen zu können (z.B. wie verändern sich die Randzahlen, wenn in jedes Feld 1,2,3 Plättchen dazugelegt werden?).

(c) Es besteht eine Synchronität zwischen virtuell-enaktiver (Plättchendarstellung) und symbolischer Ebene (Außenzahlen). Eine Veränderung der Anzahl der Plättchen einzelner Felder (durch

Hinzufügen, Wegnehmen, Verschieben in ein anderes Feld) führt zu entsprechenden Veränderungen der Außenzahlen.

(d) Strukturierungshilfen werden nicht angeboten, die Menge der Plättchen erfordert dies nicht zwingend.

(e) Die App bietet eine hilfreiche Multitouch-Funktion. Anders als beim realen Material, können hier mehrere Plättchen durch Auflegen der entsprechenden Fingeranzahlen ohne Abzählen gelegt werden.

(f) Eine Informative Rückmeldung findet nicht statt, da die App nicht auf das Erstellen von konkreten Lösungen (im Sinne einer Aufgabensammlung) ausgerichtet ist, sondern das Bearbeiten von problemstrukturierten Übungen ermöglichen soll.

(g) Dynamische Aspekte können aufgegriffen werden, wenn Veränderungen digital aufgezeichnet werden (Bildschirmaufnahme) und zur Begründung von Lösungen, Vorgehensweisen herangezogen werden können. Z.B. Beobachten (und Festhalten der Beobachtungen) was passiert, wenn ein Plättchen durch die 3 verschiedenen Felder des Rechendreiecks geschoben wird. (Wie verändern sich die Außenzahlen, wie verändert sich die Summe der Außenzahlen, etc.)

(h) Das Material (die Plättchen) ist unbegrenzt verfügbar. Die Gefahr des versehentlichen Verschiebens von Plättchen (in ein benachbartes Feld) wird reduziert.

(i) Die Darstellung von Ergebnissen kann durch Screenshots (und ggf. entsprechenden Druck) leicht hergestellt werden. Sichtbarmachen und Wiederholen eines getätigten Veränderungsprozesses (und dessen Auswirkungen und Besonderheiten) sind im Rahmen einer Bildschirmaufnahme möglich.

(j) Diese Funktion kann durch eine Bildschirmaufnahme im Rahmen einer Aufzeichnung und späteren Reflexion des Lösungs- bzw. Arbeitsprozesses genutzt werden.

Schlussfolgerungen

Anhand der Kriterien lässt sich zeigen, dass die App über fachdidaktische und unterrichtsorganisatorische Potentiale verfügt. **Damit diese Potentiale nun gewinnbringend ausgeschöpft werden können, bedarf es allerdings noch einer entsprechend sinnvollen Einbettung der App in einen unterrichtlichen Kontext, der prozess- und inhaltsbezogene Kompetenzen berücksichtigt.** Unter https://pikas-digi.dzlm.de/unterricht finden Sie in Anregungen und Beispiele, wie ein solcher Einsatz aussehen könnte.

Verfügbare Materialien

- Eine PDF-Checkliste zur selbstständigen Analyse von unterrichtsrelevanter Software finden Sie im Anhang als Vorschau und auf http://www.pikas-digi.dzlm.de/software als Download.
- Praxisbeispiele zum Einsatz der Rechendreiecke-App im Mathematikunterricht finden Sie auf https://pikas-digi.dzlm.de/unterricht.

Literatur

Krauthausen, G. (2012). ***Digitale Medien im Mathematikunterricht der Grundschule***. Heidelberg: Springer Spektrum.

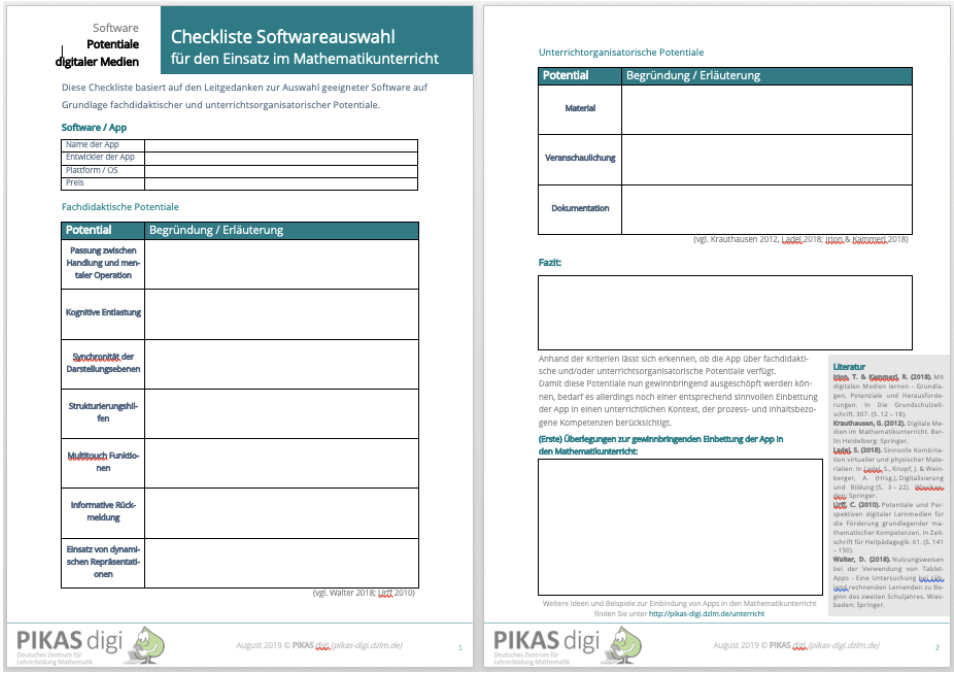
Schulz, A., & Walter, D. (2018). Stellenwertverständnis festigen – Potentiale und Nutzungsweisen einer Software zum Darstellungswechsel. In Fachgruppe Didaktik der Mathematik der Universität Paderborn (Hrsg.), ***Beiträge zum Mathematikunterricht 2018*** (S. 1667–1670). Münster: WTM-Verlag.

Walter, D. (2018). ***Nutzungsweisen bei der Verwendung von Tablet-Apps: Eine Untersuchung bei zählend rechnenden Lernenden zu Beginn des zweiten Schuljahres***. Wiesbaden: Springer Spektrum.

Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2008) ***Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule in Nordrhein-Westfalen.*** Frechen. Ritterbach Verlag GmbH.

Material

Vorschau Checkliste Softwareauswahl.



Software
Potentiale
digitaler Medien

Checkliste Softwareauswahl
für den Einsatz im Mathematikunterricht

Diese Checkliste basiert auf den Leitgedanken zur Auswahl geeigneter Software auf Grundlage fachdidaktischer und unterrichtsorganisatorischer Potentiale.

Software / App

Name der App	
Entwickler der App	
Plattform / OS	
Preis	

Fachdidaktische Potentiale

Potential	Begründung / Erläuterung
Passung zwischen Handlung und mentaler Operation	
Kognitive Entlastung	
Synchronität der Darstellungsebenen	
Strukturierungshilfen	
Multitouch Funktionen	
Informative Rückmeldung	
Einsatz von dynamischen Repräsentationen	

(vgl. Walter 2018; Lüff 2010)

PIKAS digi
Deutsches Zentrum für Lehrerbildung Mathematik
August 2019 © PIKAS digi (pikas-digi.dzlm.de) 1

Unterrichtorganisatorische Potentiale

Potential	Begründung / Erläuterung
Material	
Veranschaulichung	
Dokumentation	

(vgl. Krauthausen 2012, Ladel 2018; Irion & Kammerl 2018)

Fazit:

Anhand der Kriterien lässt sich erkennen, ob die App über fachdidaktische und/oder unterrichtsorganisatorische Potentiale verfügt.
Damit diese Potentiale nun gewinnbringend ausgeschöpft werden können, bedarf es allerdings noch einer entsprechend sinnvollen Einbettung der App in einen unterrichtlichen Kontext, der prozess- und inhaltsbezogene Kompetenzen berücksichtigt.

(Erste) Überlegungen zur gewinnbringenden Einbettung der App in den Mathematikunterricht:

Weitere Ideen und Beispiele zur Einbindung von Apps in den Mathematikunterricht finden Sie unter http://pikas-digi.dzlm.de/unterricht

Literatur

Irion, T. & Kammerl, R. (2018). Mit digitalen Medien lernen - Grundlagen, Potenziale und Herausforderungen. In Die Grundschulzeitschrift, 307, (S. 12 – 18).
Krauthausen, G. (2012). Digitale Medien im Mathematikunterricht. Berlin Heidelberg: Springer.
Ladel, S. (2018). Sinnvolle Kombination virtueller und physischer Materialien. In Ladel, S., Knopf, J. & Weinberger, A. (Hrsg.), Digitalisierung und Bildung (S. 3 – 22). Wiesbaden: Springer.
Lüff, C. (2010). Potentiale und Perspektiven digitaler Lernmedien für die Förderung grundlegender mathematischer Kompetenzen. In Zeitschrift für Heilpädagogik, 61, (S. 141 – 150).
Walter, D. (2018). Nutzungsweisen bei der Verwendung von Tablet-Apps - Eine Untersuchung bei zählend rechnenden Lernenden zu Beginn des zweiten Schuljahres. Wiesbaden: Springer.

PIKAS digi
Deutsches Zentrum für Lehrerbildung Mathematik
August 2019 © PIKAS digi (pikas-digi.dzlm.de) 2